

Metodología para el desarrollo de proyectos eléctricos enfocada a unidades habitacionales en México

RESUMEN: La disparidad en el sector de instalaciones eléctricas en México destaca la necesidad de una metodología para promover la formalización de empresas y así obtengan beneficios en la construcción. Adoptar una metodología formal no solo garantizaría prácticas seguras y de alta calidad, reduciendo riesgos y mejorando la seguridad, sino que también establecería un marco claro para las operaciones, optimizando la eficiencia, reduciendo costos y aumentando la productividad. Este trabajo presenta una metodología para decisiones estratégicas en proyectos eléctricos para desarrollos habitacionales en México, abordando licitación, demanda de tensión en kVA, costos, fianzas y desafíos en gestiones CFE. Se analiza lo que es una licitación, incluyendo requisitos técnicos y económicos para asegurar transparencia y eficiencia. Se destaca la importancia de calcular correctamente la demanda de tensión y se proporcionan herramientas para ello. Se examina la estructura de costos, abordando materiales, mano de obra, maquinaria y equipos, así como la importancia de las fianzas para asegurar el cumplimiento legal. Se discuten desafíos en gestiones CFE, como normas obsoletas y la informalidad en proyectos. Se resalta la importancia de la tierra física y la capacitación del personal. Finalmente, se detalla el proceso de entrega del proyecto a CFE para garantizar su operatividad.

PALABRAS CLAVE: NOM's, licitación, demanda de tensión, costos y fianzas, CFE, tierra física, capacitación del personal.



Colaboración

Pedro Aguilar Canseco, FIMCN Universidad Veracruzana; Juan Antonio Pinilla Rodríguez, Universidad Cristóbal Colón; Francisco Ortiz Martínez; Josué Domínguez Márquez; Adrián Vidal Santo, FIMCN Universidad Veracruzana

Fecha de recepción: 22 de marzo de 2024

Fecha de aceptación: 03 de junio de 2024

ABSTRACT: The disparity in the electrical installations sector in Mexico highlights the need for a methodology for informal companies to benefit in construction. Adopting a formal methodology would not only ensure safe and high-quality practices, reducing risks and improving security, but also establish a clear framework for operations, optimizing efficiency, cutting costs, and increasing productivity. This paper presents a methodology for strategic decisions in electrical projects for residential developments in Mexico, addressing bidding, voltage demand in kVA, costs, bonds, and challenges in CFE management. It analyzes what a bid involves, including technical and economic requirements to ensure transparency and efficiency. The importance of exactly calculating voltage demand is emphasized, and tools for this purpose are provided. The cost structure is examined, covering materials, labor, machinery, and equipment, as well as the importance of bonds to ensure legal compliance. Challenges in CFE management, such as obsolete regulations and informality in projects, are discussed. The importance of physical grounding and staff training is highlighted. Finally, the process of delivering the project to CFE to ensure its operability is detailed.

KEYWORDS: NOM's, bidding, voltage demand, costs, and bonds, CFE, physical grounding, staff training.

INTRODUCCIÓN

La disparidad en el sector de instalaciones eléctricas en México, donde el 18% de los servicios son realizados por empresas informales, destaca la necesidad de una metodología que estas empresas puedan adoptar para obtener beneficios significativos, especialmente en el ámbito de la construcción [1]. En primer lugar, una metodología formal no solo garantizaría prácticas seguras y de alta calidad, reduciendo los riesgos eléctricos y mejorando la seguridad. En territorio mexicano, aproximadamente 560 personas fallecen anualmente debido a electrocución, siendo el 31.4% de estos incidentes en el ámbito doméstico, y más del 80% de las residencias carecen de sistemas eléctricos seguros. [2]. Además, esto proporcionaría un marco claro y consistente para las operaciones. Al estandarizar los procesos, las empresas informales podrían optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la productividad. Esta estandarización no solo implica beneficios operativos, sino que también juega un papel crucial en la transición de las empresas informales hacia la formalidad. Tal transición beneficia a las empresas en términos de estabilidad y acceso a oportunidades, contribuyendo al fortalecimiento general de la economía.

En el contexto del crecimiento en la construcción de desarrollos habitacionales en México, donde la demanda de proyectos eléctricos confiables y eficientes es alta, la metodología durante el desarrollo de estos proyectos es crucial para asegurar su éxito. Se reconoce que, si bien existen normas establecidas para la licitación, demanda de tensión en kVA, costos, fianzas y desafíos en gestiones CFE, la determinación de qué norma seguir puede ser compleja. Por lo tanto, se considera necesario contar con una guía que especifique qué normas son requeridas en el desarrollo de proyectos eléctricos enfocados a unidades habitacionales en México.

La metodología presentada en el artículo se posiciona como una guía integral, abordando diversos aspectos para implementar proyectos eléctricos destinados a desarrollos habitacionales en México. Esta metodología no solo proporciona una estructura sólida, sino que también contribuye al fortalecimiento de la confianza del cliente en instalaciones eléctricas, estimulando una competencia leal y sostenible en el sector. Es decir, la implementación de esta metodología no solo aborda las necesidades específicas de las empresas informales, sino que también se convierte en un factor clave para el desarrollo exitoso y sostenible del sector eléctrico en el contexto habitacional mexicano.

MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva del estado del arte en el ámbito de la contratación de empresas eléctricas, centrándose en los procedimientos de licitación pública y los criterios técnicos, económicos y legales necesarios para su implementación eficaz.

Se analizaron y compararon los diferentes esquemas de licitación utilizados en México, así como las mejores prácticas para garantizar transparencia y eficiencia en el proceso. Además, se realizó un estudio detallado sobre la determinación de la demanda de tensión en proyectos eléctricos, siguiendo los lineamientos establecidos por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se examinaron también los aspectos relacionados con la estructura de costos, el papel de las fianzas en el ámbito legal y los desafíos en la confiabilidad de los procesos y gestiones de la CFE. Todo ello se enmarcó en una revisión exhaustiva del estado actual de la investigación en el campo, con el objetivo de proporcionar una base sólida para el desarrollo y la implementación de proyectos eléctricos eficientes y confiables. Para cumplir con esta metodología, es imprescindible seguir todas las normas y reglamentos pertinentes en materia de contratación de empresas eléctricas, incluyendo los procedimientos de licitación pública y los criterios técnicos, económicos y legales necesarios para su implementación eficaz. Esto garantizará la transparencia, eficiencia y confiabilidad en el proceso de desarrollo e implementación de proyectos eléctricos en México.

RESULTADOS

Los resultados cubrirán tres temas principales: el proceso de licitación pública para contratar empresas eléctricas, la importancia de calcular correctamente la demanda de tensión en proyectos eléctricos y los costos y fianzas asociados con dichos proyectos, junto con los desafíos en la gestión de la CFE.

Licitación

En la licitación se deben describir el proceso del tipo pública para la contratación de empresas eléctricas, incluyendo los requisitos legales, los esquemas de licitación más utilizados y las mejores prácticas para garantizar un proceso transparente y eficiente. Se detallan los pasos a seguir para la elaboración de las bases requeridas, la evaluación de las propuestas y la adjudicación del contrato.

Requisitos

En la requisición se puntualizan los requisitos técnicos, económicos y legales que deben cumplir las empresas participantes en una licitación pública, con especial énfasis en la experiencia previa, la solvencia económica y la capacidad técnica. Se establecen los requisitos mínimos de experiencia en proyectos similares, la capacidad financiera para afrontar el proyecto y la disponibilidad de personal calificado y maquinaria especializada.

Esquemas de licitación

El proceso general que seguir en una licitación pública se presenta detalladamente en la Fig. 1. Este diagrama de flujo proporciona una representación esquemática y paso a paso, desde la fase inicial de selección de la licitación hasta la crucial etapa de adjudicación del contrato. Es fundamental que las empresas especializadas

en instalaciones eléctricas comprendan este proceso en su totalidad, ya que les permite participar de manera constante en diversas licitaciones relacionadas con este sector. Es importante destacar que las licitaciones públicas utilizadas en México presentan una diversidad de esquemas, entre los que se incluyen por precio alzado, por unidad de obra y por concurso-subasta. Cada uno de estos esquemas tienen sus propias características, ventajas y desafíos, por lo que es esencial que las empresas estén familiarizadas con ellos para adaptarse eficazmente a las distintas dinámicas de cada proceso licitatorio.

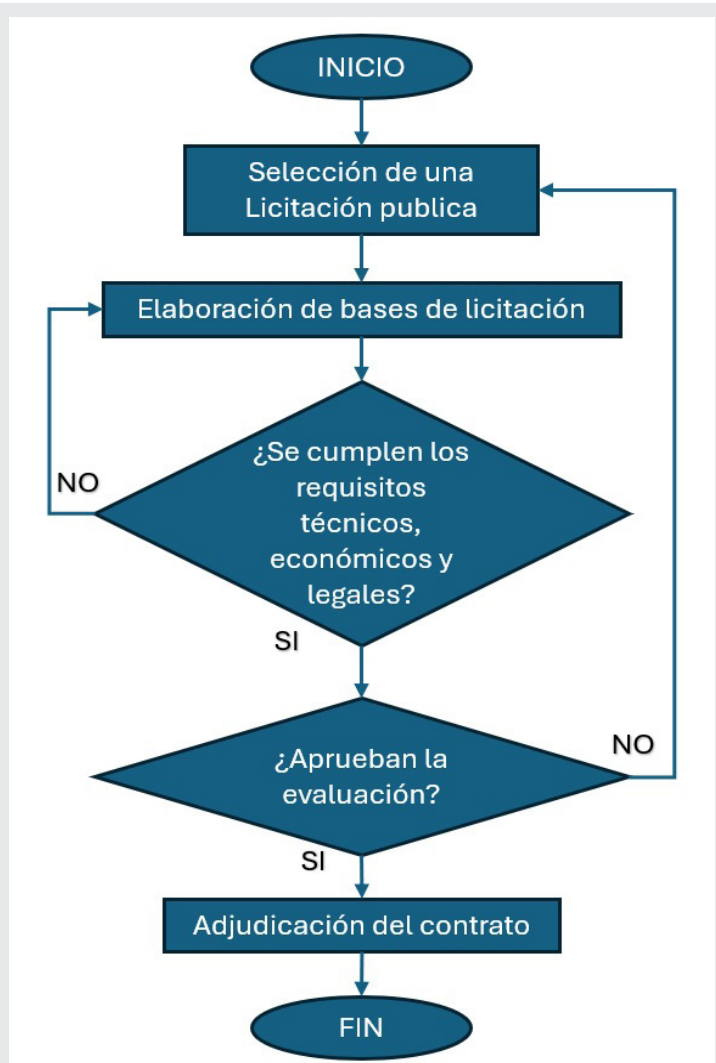


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de licitación.

Fuente: Elaboración propia

Demanda de tensión en kVA

Se analiza la importancia de determinar correctamente la demanda de tensión en un proyecto eléctrico, considerando la cantidad de viviendas, la potencia de los equipos y las características del sistema eléctrico. Se proporcionan fórmulas y herramientas para calcular la demanda de tensión en diferentes tipos de desarrollos habitacionales.

La potencia en kVA se calcula conforme a los criterios establecidos por la Comisión Federal de Electricidad

(CFE). Esta entidad pública establece normativas a través de un manual denominado “Bases de diseño únicas para los proyectos y construcción de obras eléctricas que serán recibidas en CFE”. Específicamente, la CFE publica la tabla 1, la cual detalla las zonas de regiones con clima cálido. En dicha tabla, se presenta la densidad de carga (kVA) en relación con la superficie, el tipo de vivienda y las distintas zonas.

Tabla 1 Zonas de región con clima Cálido.

Zonas	Tipo de Vivienda	Superficie (m ²)	Densidad de carga (kVA)
Poza Rica Veracruz	Social Bajo	55 a 65	1.30
	Social Medio	66 a 80	2.00
	Social Alto	81 a 100	2.50
Papaloapan Los Tuxtlas Coatzacoalcos	Residencial Medio	101 a 200	3.50
	Residencial Alto	Mayor a 200	10.00

Fuente: CFE (2023)

Costos y fianzas

Costos

Se examina detalladamente la estructura de costos de un proyecto eléctrico, abordando aspectos como los costos asociados a materiales, mano de obra, maquinaria y equipos. Se proporciona un desglose exhaustivo de los costos habituales en proyectos eléctricos residenciales, que abarcan desde los materiales de construcción hasta los equipos eléctricos, incluyendo también los gastos relacionados con la mano de obra e ingeniería.

Fianzas

Según la referencia [4] las fianzas son un elemento fundamental en el ámbito legal, sirviendo como garantía para asegurar el cumplimiento de obligaciones. En el contexto de los contratos de fianza, el fiador se compromete a cumplir una prestación si el deudor principal no cumple con su obligación, lo que lo convierte en un contrato accesorio dentro de los contratos de garantía. En el ámbito civil mexicano, las fianzas están estrechamente ligadas a los contratos de arrendamiento, donde son comunes para garantizar el cumplimiento de las obligaciones del arrendatario. Este tipo de fianzas proporcionan seguridad tanto al arrendador como al arrendatario, ofreciendo una capa adicional de protección en caso de incumplimiento contractual. Por otro lado, en el ámbito mercantil, las fianzas mercantiles son emitidas por compañías autorizadas y se rigen por pólizas que detallan claramente el alcance de la garantía ofrecida. Estas fianzas son esenciales para respaldar transacciones comerciales importantes, ofreciendo seguridad y confianza a las partes involucradas en la negociación. Un aspecto relevante para considerar es la interpretación legal respecto a la demanda a una afianzadora. Según resoluciones judiciales, es necesario demostrar la conclusión de un procedimiento firme contra el deudor principal antes de proceder con una demanda a la

afianzadora. Esta interpretación puede tener un impacto significativo en la práctica de las fianzas, ya que las compañías podrían optar por no cumplir sus obligaciones hasta que se cumpla lo establecido por la corte.

En la industria de la construcción, es común solicitar una fianza para garantizar el cumplimiento de un contrato. Esta fianza puede requerir un anticipo del 30%, un pago inicial que asegura el compromiso de ambas partes. Sin embargo, es crucial especificar claramente los términos y condiciones para evitar posibles incumplimientos. En el contexto de las propiedades, las afianzadoras desempeñan un papel esencial al respaldar financieramente el acuerdo. El monto de la fianza se calcula a menudo como 1.5 a 2 veces el valor de las propiedades involucradas, proporcionando una capa adicional de seguridad. Además, es vital abordar posibles problemas como los vicios ocultos, defectos no evidentes que podrían surgir después de la transacción. Una cláusula del 10% podría destinarse a cubrir estos posibles inconvenientes, brindando protección adicional.

Por último, aunque relacionado pero diferente, el seguro se convierte en un elemento esencial para cubrir daños causados durante la ejecución del contrato. Este seguro proporciona tranquilidad en caso de que surjan imprevistos, como roturas o daños, y debe ser considerado aparte de la fianza.

Retos en la confiabilidad de los procesos y gestiones CFE

La obsolescencia de las normas eléctricas puede generar riesgos de seguridad y afectar la eficiencia energética de las instalaciones. Ejemplo: La norma NOM-001-SEDE-2012, norma oficial mexicana que establece los requisitos de seguridad para las instalaciones eléctricas, no se ha actualizado desde 2018, lo que la hace susceptible a no cubrir las necesidades de las nuevas tecnologías y tendencias en el sector eléctrico.

Dimensionamiento e instalación de la tierra física

El dimensionamiento e instalación de la tierra física representa un elemento crucial en la implementación segura y eficiente de sistemas eléctricos. En este contexto, la tierra física se define como la conexión de los equipos y componentes eléctricos a la tierra, estableciendo un camino de baja resistencia para la corriente eléctrica en casos de fallos o sobrecargas. En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015 se erige como la referencia fundamental para la protección y seguridad de los trabajadores involucrados en actividades relacionadas con sistemas eléctricos. Dicha norma aborda diversos aspectos cruciales para la correcta implementación de sistemas de tierras físicas.

En primer lugar, se establecen condiciones de seguridad para la electricidad estática en los centros de trabajo. Además, la norma proporciona definiciones clave, como la carga eléctrica estática, la cual se manifiesta

mediante la pérdida o ganancia de electrones en materiales aislantes o conductores aislados de tierra. Asimismo, se ofrecen reglas específicas para la instalación y mantenimiento de sistemas de puesta a tierra.

En lo referente a la instalación y verificación, la norma establece criterios precisos para la instalación de conductores de puesta a tierra. Se pone un énfasis especial en verificar la conexión adecuada entre el neutro y la tierra física en los sistemas eléctricos. En este sentido, la medición entre ambos debe ser menor a 2 voltios para asegurar una tierra física adecuada. Este enfoque exacto en la instalación y verificación garantiza un cumplimiento efectivo de los estándares de seguridad establecidos por la normativa vigente. Para entender el comportamiento eléctrico del sistema de puesta de tierra, se recomienda leer la siguiente fuente de información [5].

Capacitación del personal

La capacitación deficiente del personal puede afectar negativamente la calidad de las instalaciones y la seguridad de los trabajadores. Esta falta de conocimiento técnico sobre las normas eléctricas y las mejores prácticas de instalación puede traducirse en errores que afecten el funcionamiento y la vida útil de las instalaciones. Para capacitar al personal en instalaciones eléctricas existen diversos tipos de diplomados y cursos brindados por el Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas ramas afines del estado de Veracruz (CI-MEVER). Algunos de ellos son: Subestaciones eléctricas, Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, Marco jurídico de los peritos en instalaciones eléctricas, etc.

La metodología propuesta se basa en un enfoque integral que considera los aspectos técnicos, económicos, legales y sociales del desarrollo de proyectos eléctricos. Su aplicación permitirá a los desarrolladores inmobiliarios, empresas constructoras y entidades gubernamentales tomar decisiones informadas y estratégicas que optimicen la calidad, la confiabilidad y la rentabilidad de sus proyectos.

Entrega de proyecto a CFE

El proceso de entrega de una obra implica varios pasos clave para asegurar su finalización y operatividad. Primero, tras la finalización de la obra, se prepara una carpeta que incluye la terminación de la obra, un documento que certifica su finalización, junto con detalles sobre materiales, facturas, proyectos autorizados y documentos legales. Esta carpeta se presenta al departamento de planeación, donde se asigna un supervisor para revisar la distribución y medición de la obra. El supervisor genera dos carpetas separadas, una para el jefe de distribución y otra para el jefe de medición, las cuales se someten a autorización o firma. Una vez que ambas carpetas están firmadas y en orden, se genera un acta de entrega. Este acta es firmado por los jefes de CFE y el representante legal del proyecto. Luego, el

representante legal firma cuatro copias del acta y las presenta a la comisión, donde todas las partes involucradas vuelven a firmar las cuatro copias. Una vez devuelto el acta firmada, se emite un oficio de liberación de obra, lo que permite proceder con el contrato de energía eléctrica. Además, para el aviso de término de obra, se necesita la documentación requerida, que incluye diversos documentos como informes, contratos, planos y copias de documentos legales, asegurando así una entrega ordenada y documentada de la obra. Para una mayor información del proceso, se recomienda revisar el sitio web [6].

Esquema de guía de eventos

La Figura 2 proporciona una “Guía de eventos” para un proyecto de construcción, detallando los pasos críticos en su ejecución. Se inicia con la planeación de obra, que implica la definición de tareas, asignación de recursos y establecimiento de plazos. Luego, se establecen fechas clave para la ejecución del proyecto. Es crucial realizar una visita al sitio de construcción para evaluar condiciones y tomar decisiones informadas. En la junta de aclaraciones se resuelven dudas relacionadas con el proyecto. Los contratistas presentan propuestas detalladas, incluyendo costos y cronograma. Posteriormente, se adjudica el proyecto tras evaluar las propuestas. Se detallan precios unitarios para componentes como materiales y mano de obra. Este proceso garantiza una planificación precisa y una ejecución eficiente del proyecto.



Figura 2. Esquema de guía de eventos
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La formalización de los procesos en el sector de instalaciones eléctricas en México emerge como una necesidad fundamental. No solo garantiza prácticas seguras y de alta calidad, sino que también desempeña un papel crucial en la reducción de riesgos eléctricos y mejora de la seguridad en general. Esta formalización proporcionaría a las empresas informales un marco claro y consistente para sus operaciones, lo que les permitiría optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la productividad. Además, facilitaría su transición hacia la formalidad, ofrecien-

do estabilidad y acceso a oportunidades que contribuyen al fortalecimiento general de la economía.

Por otro lado, la metodología presentada en el artículo se posiciona como una guía integral para el desarrollo de proyectos eléctricos en desarrollos habitacionales en México. Más allá de proporcionar una estructura sólida para la implementación de estos proyectos, esta metodología también desempeña un papel crucial en el fortalecimiento de la confianza del cliente en las instalaciones eléctricas. Al estimular una competencia justa y sostenible en el sector, contribuye al desarrollo exitoso y sostenible del mismo.

No obstante, no adoptar esta metodología propuesta conlleva consecuencias significativas. La falta de un enfoque formal puede resultar en prácticas inseguras y de calidad variable, aumentando los riesgos eléctricos y comprometiendo la seguridad tanto para los trabajadores como para los usuarios finales. Además, la ausencia de una guía clara puede dificultar la eficiencia operativa y generar costos adicionales debido a errores y retrabajos. Esto podría llevar a una pérdida de confianza por parte de los clientes y a una menor competitividad en el mercado, lo que a su vez podría impactar negativamente en el crecimiento y la sostenibilidad del sector de instalaciones eléctricas en el largo plazo. Por tal, la adopción de la metodología propuesta ofrece beneficios tangibles en términos de seguridad, eficiencia y competitividad, mientras que la omisión de esta puede resultar en riesgos y desafíos significativos para todas las partes involucradas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos al Laboratorio Sistemas Energéticos de la Facultad de Ingeniería Región Veracruz de la Universidad Veracruzana, por dejarnos usar sus instalaciones, así como a la Dirección de Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales del Programa Educativo Ingeniería Mecánica Eléctrica, también al grupo de colaboración “Análisis de riesgo y ahorro de energía” por el apoyo brindado en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] INEGI, “Los servicios relacionados a la construcción. Censos Económicos.” p. 73, 2019, [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463901990>.

[2] CONAVI, “Si pones muchas luces en Navidad o tienes conectados numerosos aparatos... aguas con tu instalación eléctrica, ¡denuncia!” 2021. <https://www.gob.mx/conavi/prensa/si-pones-muchas-luces-en-navidad-o-tienes-conectados-numerosos-aparatos-aguas-con-tu-instalacion-electrica-denuncia?idiom=es>.

[3] CFE, “Bases de diseño únicas para la consideración en los proyectos y en la construcción de las obras eléctricas que serán recibidas por la división de distribución oriente.” p. 38, 2023.

[4] O. Arana, “El Contrato De Fianza, Un Contrato En Extinción,” *Bibl. Jurídica Virtual del Investig. Jurídicas la UNAM*, no. 1, 2016, [Online]. Available: www.juridicas.unam.mx<http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv><https://goo.gl/NKEj58>.

[5] M. A. Sobrevila, *Instalaciones eléctricas*. 207AD.

[6] CFE, “Autorización de obras construidas por terceros, que serán | gob.mx,” 2024. <https://www.gob.mx/tramites/ficha/autorizacion-de-obras-construidas-por-terceros-que-seran-entregadas-a-cfe/CFE560> (accessed Mar. 12, 2024).

